



Heller, Alfred; Uhd, Mette; Fischer-Nilesn, Pelle; Frederiksen, Jesper Klitgaard; Juhler-Verdoner, Helle; Hansen, Eva Egesborg; Torntoft, Birgitte; Kiar, Trine; Kronborg, Hanne; Petersen, Flemming Løkke

Total number of authors:
17

Publication date:
2016

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Heller, A., Uhd, M., Fischer-Nilesn, P., Frederiksen, J. K., Juhler-Verdoner, H., Hansen, E. E., Torntoft, B., Kiar, T., Kronborg, H., Petersen, F. L., Andreasen, J., Andersen, N. J., Kuehn, S., Eriksen, K. E., Sattrup, P. A., Kongebro, S., & Nørgaard, J. (2016). : . State of Green.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Think Denmark

绿色转型白皮书

智能建筑

集能源效率、灵活性与舒适性于一体

本白皮书内容

建筑自动化
建筑技术影响
全局景观

智能建筑
自动化使建筑
灵活融入能源系统

翻新改建
激发现有建筑的
绿色潜能

**通往永续建筑设计的
智慧路径**
设计阶段的先进思维

State of Green

绿色国度 - 参与未来. 联手丹麦



智能建筑

集能源效率、灵活性与舒适性于一体

版本 2.0

印刷于2015年11月

首页图片

封面照片展示了维堡市政厅

建筑设计: Henning Larsen Architects

图片: Kontraframe

主编

绿色国度

技术编辑

丹麦能源协会

指导委员会

丹麦能源工业联合会(Danish Energy Industries Federation)	Hans Peter Slente, hps@di.dk
丹麦能源工业联合会(Danish Energy Industries Federation)	Anne Lund Andersen, adla@di.dk
丹麦能源协会(Danish Energy Association)	Helle Juhler-Verdoner, hjv@danskenergi.dk
丹麦能源协会(Danish Energy Association)	Jeppe Røn Hartmann, jrh@danskenergi.dk
丹麦能源署(Danish Energy Agency)	Jesper Ditlefsen, jdi@ens.dk

撰稿人

丹麦技术大学(Technical University of Denmark)	Alfred Heller, alfh@byg.dtu.dk
丹佛斯(Danfoss)	Mette Uhd, metteuhd@danfoss.dk
施耐德电气(Schneider Electric)	Pelle Fischer-Nielsen, pelle.fischer-nielsen@schneider-electric.com
SE能源与气候(SE Energy & Climate)	Jesper Klitgaard Frederiksen, jeffr@se.dk
丹麦智能能源联盟(Danish Intelligent Energy Alliance)	Helle Juhler-Verdoner, hjv@danskenergi.dk
联合国城, 哥本哈根(UN City, Copenhagen)	Eva Egesborg Hansen, eva.egesborg.hansen@one.un.org
ABB(ABB)	Birgitte Torntoft, birgitte.torntoft@dk.abb.com
丹佛斯(Danfoss)	Trine Kiar, trki@danfoss.com
Cronborg(Cronborg)	Hanne Kronborg, hk@cronborg.com
丹麦建筑工业联合会(Federation of Danish Building Industries)	Flemming Løkke Petersen, flp@di.dk
卡姆鲁普(Kamstrup)	Jens Andreasen, jan@kamstrup.com
Krydsrim建筑师事务所(Krydsrum Architects)	Niels Jakubiak Andersen, niels@krydsrum.dk
洛科威(Rockwool)	Susanne Kuehn, susanne.kuehn@rockwool.dk
威卢克斯集团(VELUX Group)	Kurt Emil Eriksen, kurt.emil.eriksen@velux.com
丹麦建筑公司协会(Danish Association of Architectural Firms)	Peter Andreas Sattrup, peter.sattrup@gmail.com
Henning Larsen建筑师事务所(Henning Larsen Architects)	Signe Kongebro, sik@henninglarsen.dk
格兰富(Grundfos)	Jens Nørgaard, jnoergaard@grundfos.com

更多信息

如需获取本白皮书副本及其相关出版物,
 请通过info@stateofgreen.com联络绿色国度。

绿色国度 版权所有 2015



欧洲能源革命

一种三赢的能源策略——
惠及经济、社会与环境



Maroš Šefčovič
副主席
欧盟执委会能源同盟

我们正处于一场革命之中。对能源供应安全与价格高度敏感的这个工业化世界，已经处于一个转折点。欧洲正在意识到，我们的能源供应依赖于自身无法控制的外部因素，而基于矿物燃料的传统能源生产模式已经给人类造成了极大的潜在威胁：气候变化。

因此，欧盟执委会将欧洲能源市场转型作为其首要任务，从而确保能源供应的安全性、竞争力与可持续性。降低能源价格及其环境影响的最有效措施之一就是简单地降低消耗。

我们称之为‘效率第一’原则，在此基础上我们确保效率与需求都能与产能保持平衡。换言之，在寻找到新能源之前，我们必须问自己，目前增加的能耗是否真

的必要；没有这些能源我们是否就真的毫无办法。整个欧盟正致力于在2030年之前，至少将其能源效率提高27%。

这一雄心勃勃的目标促使我们所有人一起努力，包括决策者、企业家、研究人员以及金融机构。就其本身而言，欧盟执委会将采取一系列措施来推动这次转型。这些措施包括在需要开展创新效率项目时促成经费的筹集；提出建筑的供热与制冷策略（这里的节能潜力巨大）；推出整体的循环经济方案，从而以更全面的方法来解决资源消耗问题；当然还有促进新技术的研究与创新。

基于上述原因，我对丹麦白皮书表示热烈欢迎。它向我们展示了欧洲各地的开创性项目，这些项目在提高能源效率方

面开创了先河。被重点推介的这些解决方案再次表明，能源效率为欧洲工业提供了一个前所未有的商业机会。我经常说能源联盟是一个三赢的策略，可惠及经济、社会与环境。这项工作恰好印证了这一点，因此，我勉励你们继续加油。我相信，在我们的共同努力之下，我们能够让欧洲大陆成为世界上最具能源效率的地方。

此致，

Maroš Šefčovic

关于本白皮书

在丹麦以及许多其他国家，波动性的可再生能源的产能比重都在不断攀升。绿色转型需要我们加大对能源消耗的关注，同时还要考虑到如何将需求转移至能源系统中有更多风能与太阳能的领域。建筑在社会能源需求中的占比高达40%，因此在绿色转型过程中起着关键作用。它们的设计与功能限定着我们的私人生活与工作日常。有了更加智能的建筑，就有可能节约更多能源并提高灵活性与舒适性，从而让大众与气候受益。

本白皮书的目的是分享智能建筑实现更高灵活性、舒适性与能源效率的最佳案例。如何通过创新的建筑式样、建筑结构、技术、管理与用户行为，使得在建筑中实施的智能系统能够取得最佳效果，本白皮书通过几个已达到最高水准的案例阐述了相关潜力与经验。

本白皮书是一个启发人们发现潜能的工具，促进全世界的新建筑与现有建筑实施建筑自动化及高效节能措施。

多元化的能源系统仍然提供着更大量的波动能源，当智能建筑在其中作为灵活组件时，它们的潜力就将超越建筑本身。本白皮书呈现的案例是一些建筑范例，这些建筑所拥有的高能效与灵活性潜能正是融入未来智能能源系统的先决条件。

我们希望你们可以从中得到启发。

目录

欧洲能源革命	3
一种三赢的能源策略——惠及经济、社会与环境	
建筑自动化——为商业机遇提供数据	6-7
建筑技术影响全局景观	
全球第二大建筑全副配备绿色科技.....	8-9
COWI从自主的灵活KNX解决方案中获取经验	10
绿色合作伙伴关系是医疗机构的主要节能途径.....	11
智能建筑	12-13
自动化使建筑灵活融入能源系统	
联合国城，哥本哈根	14
诺德海文能源实验室.....	15
超市余热为周边社区供暖	16
绿色市政措施.....	17
翻新改建	18-19
激发现有建筑的绿色潜能	
精密计量使能源消耗与水资源消耗透明化.....	20
智能的建筑改造.....	21
从老旧到焕然一新的高能效智能办公大楼.....	22
一处家园：Maison Air et Lumière	23
通往永续建筑设计的智慧路径	24-25
设计阶段的先进思维	
新旧结合的永续博物馆	26
太阳屋——为孩子们设计的活动屋.....	27
绿色酒店受益于高效泵技术	28-29
丹麦——绿色国度	30
智能建筑——为何以及如何	31
对这一越来越显著的全球性问题，丹麦有不少答案	



建筑自动化—— 为商业机遇 提供数据

建筑技术影响全局景观

建筑自动化将成为智能能源议程中越来越重要的元素，
并且为商业开发提供重要数据。

副教授Alfred Heller, 智能城市、融合数据管理的建筑技术、大数据以及物联网研究员
CITIES副主管 (城市IT智能能源系统中心)

建筑自动化的趋势

透过一些建筑类型，我们对建筑自动化的了解已经有几个世纪了。建筑自动化历来都是由安全性、舒适性以及经济性需求所驱动的。近年来，建筑总能耗所占的巨大比例 (大约35-40%) 对全球能源与气候也发挥着越来越大的影响。这是推动智能建筑应用增长的新因素。

世界各地的建筑都有巨大潜力。如何在保持与提高其室内环境与舒适性的同时，降低其总能耗占比，在这方面，建筑自动化是一项关键技术。

建筑与建筑自动化也都是将来逐步浮现的需求响应市场的要素。建筑的热质是“免费的”，并且构成了巨大的灵活性潜力。据情况，建筑能够有助于长达数天的及时的能量转移。将来，通过增加自动化以及修改设计，这一潜力可以得到优化。

热激活建筑系统 (TABS) 的建设在今后一段时间内还会进一步发展，而这一趋势基本上是以相关经验为基础的。如果建筑的灵活性要在需求响应能源市场上作为储备的话，那么建筑自动化是否为此做好设计准备就变得格外重要。

数据的提供与应用

现代化的智能建筑离不开数据，它们利用天气数据与能源价格数据等外部数据来制定其预测控制策略。在不久的将来，我们将看到控制系统还会利用到移动设备发出的信号。比如，通过房屋主人的日程表，可以预测房主什么时候在家并依此满足房主的舒适性需求。如此，系统就可在没有舒适性需求，即没住人的时候调节能耗，从而让建筑物更具灵活性。谷歌与微软这样的大公司以及一些小型创新者都已经发现了这类服务的巨大商业潜力。

建筑自动化也能为相关联的智能能源部门提供许多数据，从而推动数据成为现代产业发展商机的基础资源的这一全球性趋势。

大量的监控设备是建筑自动化的前提，而数据也正来源于此。当前的主流技术，单体建筑物管理系统 (BMS) 与能源管理系统 (EMS)，在不久的将来可能不得不为更合适的技术让路。

一幢配备精良的现代化办公大楼能够通过10,000个高频数据传感器，轻松实现数据供应，如果数据公开共享的话，则可推动物联网这一全球性发展趋势。这为智能建筑与建筑自动化向新市场与仍然未知的市场提供数据，开创未来。



上海中心大厦是中国第一高世界第二大的建筑。它符合最严格的环境要求——丹佛斯公司的技术帮助它达到了这样的高度。
(图片: Danfoss)

全球第二大建筑 全副配备 绿色科技

丹佛斯产品助力上海中心大厦成为
一座世界级的绿色建筑

上海中心大厦的高度是中国之最，同时也是世界第二高的建筑。

Mette Uhd, 高级项目经理, 丹佛斯企业传媒及信誉管理

上海中心大厦高632米，是中国第一高世界第二高的建筑。2013年，丹佛斯公司赢得了上海中心大厦的数个订单，其中一个订单是6,700个阀门，用于控制这座摩天大楼的制冷与供暖系统。在丹佛斯公司向一座建筑供应此类阀门的订单中，这是最大的一个。

丹佛斯产品助力上海中心大厦成为一座世界级的绿色建筑。该建筑获得了美国LEED®金级认证，并被授予中国“绿色建筑三星”评级，这是中国的最高标准。

数公里的管道工程

上海中心大厦中的6,700个丹佛斯控制阀自动确保了精确控制以及长达千米的

管网的水流平衡。这意味着不管下层住户正在使用什么温度，顶楼都可以很快调节到所需温度。

丹佛斯公司负责这一项目的销售工程师 Lu Guosheng说：“供暖、通风与空调系统占这座大楼的能耗超过50%。我们的控制阀门可以将这一能耗降低20%，这对业主来说意义非凡”。

丹佛斯公司还为供暖与制冷系统供应了660个变速驱动器，用于确保泵、压缩机以及风扇的运行速度不超过必要的速度，可确保温度正确，从而再额外节省20-40%的能源。另外，提高空调系统能源效率的压力变送器与过滤干燥器，同

样也来自丹佛斯公司。诸如上海中心大厦这种集成了制冷、供暖与供电的建筑，很可能有助于满足下一代能源系统能源需求响应的需要。

上海中心大厦数据：

- 这座121层的建筑高度为632米，总建筑面积576,000平方米，容纳有酒店、办公室、零售与文化设施，以及顶楼观光平台。
- 建筑施工于2015年九月完工。
- 该建筑现在是世界第二高建筑，仅次于迪拜哈利法塔。

* 领先能源与环境设计 (Leadership in Energy and Environmental Design, LEED) 是美国绿色建筑协会 (USGBC) 设立的一套评分认证系统，用以评估绿色建筑、住宅与社区的设计、建设、运营与维护。

COWI从自主的灵活KNX解决方案中获取经验

一座聚焦能源优化与舒适性的超现代化建筑

位于北日德兰的工程咨询公司COWI搬进了一个自主建筑项目,并从中获取了更多可用于其他机构的高能源效率解决方案的经验,该项目采用灵活开放的KNX (Konnex) 设施构建。

Pelle Fischer-Nielsen, 人力资源经理, 施耐德电气

COWI自主项目座落于丹麦奥尔堡市曾经的一个工业园内,在他们的工程师搬入其中的时候,就相当于在尝试他们自己研制的药品。对这些技术设施的能源效率与灵活性的关注,也意味着COWI的工程师们正在体验处所的优点,而后者成为了他们所制定的未来永续建筑的发展愿景。

智能核心

这类建筑的核心就是KNX设施,该设施是在与Bravida Danmark A/S公司以及施耐德电气公司KNX专家密切协作下开发而来的。该设施为咨询工程师们提供了活生生的满富灵感的建筑瑰宝。

“该建筑的整体概念是无论何时,当人移动以及进行阅读而需要通风、灯光以及温度调节时,处于节能冬眠的建筑就会被人唤醒。这650个KNX组件可使建筑被行为控制,这样就能在保持最低能耗的同时提供舒适的室内环境。这一智能的KNX设施易于调节并与建筑管理系

统联动,从而使得建筑为将来先进的能源管理以及需求响应做好准备,” COWI公司北日德兰部门主管Rene Aaholm解释道,他也曾参与这一概念的开发。

每天智能建筑都为大约200名员工布置工作场所,员工们通过信息显示屏可以很容易地了解到室内气候条件以及能源消耗。显示的这些信息鼓励用户保持高能源效的使用行为。

“Visionshuset是一座超现代化的建筑,这里的所有功能都被纳入到可持续循环中,这样一来,能源优化与舒适性都成为了重点。在目前的技术房间,我们选择的是传统的建筑管理系统,用以控制通风与供暖系统,但是只要一进入办公室,就是由KNX设施来控制所有的灯光与气候条件了。这两个系统通过一个开放平台交流(OPC)服务平台整合在一起,该平台拥有完整的图形界面,让客户可以看到该建筑的所有技术点”, Bravida的区域经理Jørgen E. Sørensen解释道。

有远见的设施构建

如今,Visionshuset在奥尔堡市中心替代了过去的纤维水泥工地,成为了一个特殊项目的实证案例,该项目的所有工程事宜均由COWI公司管理。

“我们很高兴能够参与KNX设施的构建,从中我们获得了一些实用经验。这些经验以及这个非常高效灵活的系统能够让我们的客户受益。系统采用的相对简单的措施,创造出可在多方面创造额外价值的智能建筑。通常,KNX设施能够带来更好的室内气候与更低的能源消耗,同时用户的日常舒适性不会受到任何影响”, Rene Aaholm说道。

KNX是一个拥有大量组件的开放性协议,易于融合并可为单一系统内的舒适性、能源消耗以及室内气候优化提供无数选择。KNX系统、暖通空调系统与建筑管理系统的整合是无缝的,并能通过网关轻松地处理。



建筑: KPF Arkitekter

位于奥尔堡曾经的纤维水泥工地上的Visionshuset,通过KNX既实现了节能也获得了良好的室内气候。这一现代化建筑也为COWI公司对未来绿色建筑的创新规划形成了标准。(图片:施耐德电气)

绿色合作伙伴关系是 医疗机构的主要节能途径

节能共享作为能源绩效服务的一部分

施耐德电气与私人医疗机构瓦德心脏中心达成了合作伙伴关系，形成了一种“节能共享”模式，其将实现约相当于140,000欧元的能源节约。

Pelle Fischer-Nielsen, 人力资源经理, 施耐德电气

想要实现的任何东西，通常都需要付出代价，实现能源节约也是一样，但有时候实施起来也不困难，不需要太高的代价或者以其他任何冒险的方式来获得降低能源成本的利益。丹麦瓦德医院心脏中心在与承担该项目风险的施耐德电气公司建立紧密合作关系后，找到了答案。

“在短时间内，我们就设法显著降低了我们的能源消耗。就像其他公司一样，我们想对我们的环境负责，当然我们也要一个完好的利润底线来运营公司。与施耐德电气公司合作的这个项目让环境与医院财务都能受益”，丹麦瓦德医院心脏中心CEO兼外科主任医师Ricardo Sanchez说道。

节能共享：降低风险并为客户省钱

施耐德电气公司遵循的是所谓的“共享节能”模式，在与其达成节能合作关系的首批丹麦企事业单位中，该医院是其中一个。正如其名称表明的那样，该模型就是分享所有的能源节约。整个风险都转移到了施耐德电气公司，这标志着实现能源节约的一种全新方式。该医院的单体建筑物管理系统（BMS）受到远程监控，收集并分析数据，随后针对建筑的运营更改相关参数。

“共享节能是一种新型的能源绩效服务，并且我们看到了该模型的巨大潜力。它适用于许多公司，因为这些公司无需承担任何实施风险。这些公司不需要付出任何投资，但是我们会平等分享节约的能源”，施耐德电气公司远程操作中心经理Bo Johansson说道。

节能高达140,000欧元

2010年，丹麦瓦德医院心脏中心搬进了一幢新的现代化建筑，总面积为5,300平方米。在该协议的头三个月内，该医院就已经实现节能7,000欧元。在这5年的协议期间，总的能源节约有望达到140,000欧元。

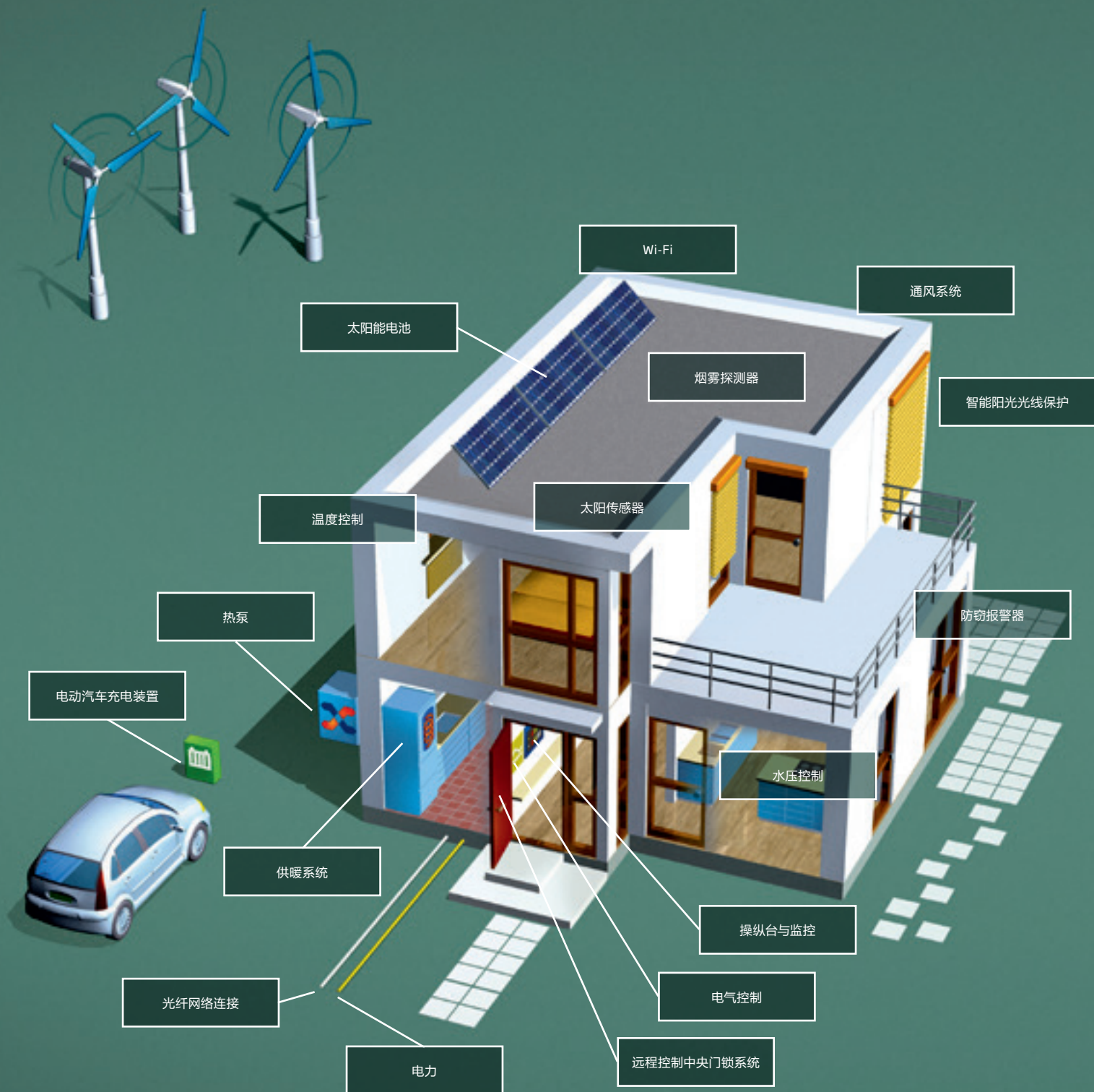
施耐德电气的专家们优化了该医院建筑管理系统的许多操作参数和控制，如：

让通风系统的运行更多地由需求驱动；通过自动调整确保各供暖系统的最低流动温度；以及，定期优化房间温度、空气量和二氧化碳水平。

做出的所有调整都最大限度地考虑到了病人与工作人员的舒适性，当然还会考虑到拥有外科病房的现代化医院对操作可靠性的特殊要求。



图片：Private Hospital Heart Center Varde



智能建筑

自动化使建筑灵活融入能源系统

可再生能源在我们的产能占比中正不断扩大，需求方的需求量应通过提高灵活性来适应这一变化。智能建筑是最佳的答案之一。

Helle Juhler-Verdoner, 常务董事, 丹麦智能能源联盟

实现宏大的可再生能源与减排目标

丹麦及其邻国已决定在2020年和2050年前要实现一个雄心勃勃的可再生能源目标与二氧化碳减排目标。欧盟设定的目标是在2030年,可再生能源占比达到27%。这项可再生能源目标也是欧洲二氧化碳减排目标的重要元素,即2050年,在1990年水平基础上减少80%的二氧化碳排放。

如今,风力发电已经占据丹麦发电量的约40%,这就是丹麦为何如此关注于提高电力需求灵活性的原因所在。相比以前传统的电力来源,其中已有了重大的变化,我们再也无法按照曾经的方式进行电力生产了,因为我们对风能和太阳能越来越依赖。

对此的逻辑回应是,通过实现需求方的电气化和灵活性来提升对需求方的关

注。通过建筑电力消耗的远程监控,生产方失控的方面可以在需求方重新获取,比如供暖、制冷、照明与通风。

远程监控系统

许多建筑已经配备了某种监控系统:能源管理系统(EMS)、Konnex(KNX)、单体建筑物管理系统(BMS)或诸如此类的系统。配备这些系统的目的是为了提供照明、空气质量、供暖与制冷等相关服务,以及在节能与能源效率方面优化能源消耗。因此,在基于风能应用时,需求方的灵活性关乎如何运用已安装好的灵活用电设施来更节省成本。

改进商务项目

以最低的投资水平对新建建筑与改造建筑的能源节约与能源灵活性进行整合。对能源灵活性的投资可用于改进已整合的商务项目并确保建筑做好与智能电网

对接的准备。在不久的将来,会出现更多的价格高峰。当一天24小时内的电价差异大于现今,灵活建筑便可从这样的发展中受益了,而不需额外增加太多成本。

灵活性的激励机制

丹麦已决定实施一些重要的政策决定,以确保包括大型建筑业主在内的所有消费者能够从这样的灵活性中受益。特别是推行智能电表的决定具有重要意义,到2020年可为所有消费者提供以小时计算的账单。

必须改变市场的其他要素来支持需求响应的商务项目。其中包含新的电力市场规则,如此一来,可用与电力生产平等的条件实现市场灵活性。同样,建筑规范与建筑能源绩效规则都应进行修改,不仅要求建筑具有能源效率,还要求能源灵活性成为今后建筑规范的一部分。



通过增加风力发电占比来平衡电力消耗——为“新常态”做好准备

图示为2013年秋季14天内的小时数据,展示了丹麦电力消耗对比不断提升波动性的风电走势。水平轴始于周一0:00点。通常,消耗水平最低的时候是凌晨03:00点。为了表明2020年前后,平衡能源系统所面临的挑战逐渐攀升,图示将2013年那14天的风电水平进行翻倍。数据表明消耗量与发电量之间的差距将变大,而解决方案之一就是通过建筑的需求响应来平衡系统。(资料来源: Energinet.dk与丹麦能源协会)

联合国城，哥本哈根

永续建筑的未来

“联合国城向我们展示了现代化的高能效办公场所如何在构建我们想要的未来时发挥作用。”——Ban Ki-moon

Eva Egesborg Hansen, 公共外交与传媒顾问, 哥本哈根联合国城

联合国城位于Marble码头前端，是哥本哈根滨海新区——北港区中心地带的第一座新型建筑。目前，这一地区正在从工业港口转型为聚集可持续性与智能能源系统的现代化的住宅与商业区。

建筑为设立于哥本哈根的联合国组织的1500名员工提供办公场所。在能源效率与气候友好程度方面，这座建筑已经达到最高水准。

该建筑是由3XN建筑师事务所与Orbicon公司共同设计。他们的努力让这一建筑符合了国际环境标准与规定。由于他们重点关注的是联合国的需求与价值，所以全部根据联合国对该建筑的1,000多项需求来制定工作计划。用户方驱使的

这些创新确保了联合国城能够满足位于哥本哈根的联合国新总部的需求。

经计算，联合国城作为一个高能效建筑，其能耗低于50kWh/m²/年。2012年，联合国城被欧盟执委会授予新绿色建筑奖。联合国城是获得LEED白金级认证的首座联合国综合体（详见第8页）。

联合国城——多方位的可持续性

在联合国城的建设过程中，绿色思维是首要基础。用于该建筑的所有材料都取自方圆800公里以内，从而减少能耗与二氧化碳排放。联合国城设计使用的能源至少比同类规模的办公建筑节能55%。通过适应生态友好特点的措施，减少用于供暖、制冷、照明与通风的能源需

要，从而降低总体能源需求。建筑立面上精致的太阳窗可以开启或关闭，用于捕获或反射太阳的热量。经过过滤的外部空气可以通达整个联合国城，另外热交换器可将冷海水泵入大楼以将其冷却。屋顶上放置了1,400多块太阳能电池板，可节省30%的电耗。屋顶采用植物性材料制成的白色可回收膜建成。环境友好型的涂层可反射太阳光，从而降低建筑接收到的太阳热。

最后，该建筑每年可收集大约300万升雨水，这足够用于大楼内厕所的冲洗，估计每天可冲洗5,300次。低流量水龙头与厕所，另外加上雨水利用，总共可减少60%的水耗。



诺德海文是哥本哈根的一个老港区，在未来几年内将转变成为一个现代化小都市，为40,000人提供居所与办公。

(图片：Adam Mørk, 建筑设计：3XN Architects)

诺德海文能源实验室

新型城市能源基础设施

从2015年到2019年，诺德海文能源实验室将在哥本哈根诺德海文城市发展区开发并展示未来的能源解决方案。

Birgitte Torntoft, 高级传媒顾问, ABB A/S

该项目会使用一个全面的智能城市能源实验室并展示如何将电、暖、高能效建筑以及电力传输整合进一个经优化的灵活智能能源系统。该项目有助于迎接能源系统转型所带来的巨大挑战，从而高效整合大部分的可再生能源，这也是支持国际与国内气候目标的一种手段。

该项目聚焦未来的高成本效益智能能源系统，整合多种能源基础设施（电力、热力与传输）并为子系统与组件提供智能

控制，这也为可再生能源的高效利用提供必要的能源灵活性。

ABB是其中一个参与者，其目标是开发一种能源系统，能够以“智能”且可持续的方式实现供需平衡。

数据可以通过私人住户与私人企业来进行收集，且消费者可以有机会自动控制照明、通风与供暖设备，同时还能有外部控制聚合器，从而能够成功支持将来的

需求响应市场。

“我们正在研究一种可使加入需求响应市场变得有吸引力的模型。我们的系统应该让消费者更容易地跟上能源供应与价格，并且选择给定时间点最廉价的可用能源。我们在哥本哈根的经验让我们获得了世界通行的诀窍，对ABB来说这很重要”，丹麦ABB公司的传媒与营销总监Dorthe B. Schow说道。

关于丹麦这一项目，需要提到另一个相关的灯塔项目，即位于丹麦博恩霍尔姆岛的欧盟生态电网项目（Ecogrid EU），它展示了值得参考的需求响应成果。有关该项目的更多信息，请参阅网站：www.ecogridbornholm.dk。



图片：By & Havn / Ole Malling
建筑设计：COBE & SLETH

超市余热为 周边社区供暖

二氧化碳制冷系统节约能源并将余热导入区域供热网络

“将世界范围内的制冷系统都整合为分布式区域供热网络的一部分，这将产生巨大的潜力。这些系统会成为能源供应源”，丹佛斯工程师Torben Green说道。

Trine Kiar, 传媒顾问, 丹佛斯制冷部门

位于丹麦Høruphav地区的连锁超市SuperBrugsen不仅向当地居民供应新鲜食品，同时也为其供暖。超市配备了创新型的二氧化碳制冷系统，用于食物保鲜，为整个超市提供恒定的热源并实现节能。另外，所有余热都通过管道排入到区域供热网络中，从而惠及附近居民。

为16个私人住户供暖

“计算表明，SuperBrugsen超市的余热每年可向该区域内16个130平方米标准家庭供暖，并且对环境无害”，森纳堡区域供热（Sønderborg District Heating）部门主管Jan Due Christensen说道。

“基于逐步淘汰矿物燃料与更大程度利用可再生能源与剩余能源资源的目标，区域供暖将对未来的城市能源系统产生关键的影响”，丹佛斯供暖部开发主管Jan Eric Thorsen说道。

省钱又降低二氧化碳排放

利用冷却系统的余热来加热用于清洁的自来水，Høruphav地区SuperBrugsen超市每年节省的燃气已超过26,800欧元，并且减少了34%的二氧化碳排放。

“将拥有大型制冷系统的设施整合为分布式区域供热网络的一部分，不仅对丹麦，而且对整个世界都将产生巨大的潜力。人们从能源消耗者，也转变成了能源供应者”，丹佛斯工程师Torben Green说道。因此，该案例是各能源行业，如供暖与电力行业的能源灵活性的好范例。

原则上，位于区域供热服务提供商附近的所有超市都可通过制冷系统向附近居民供暖。通过与Kellmanns VVS & Blik、Vojens Køleteknik、森纳堡区域供热、CLEAN以及丹佛斯公司的合作，已经在Høruphav找到了解决方案。而且投资

回报期仅仅需要12个月。将超市与供暖和电力网络相连的业务动力源自于节能减排，以及对超市业主来说非常短的投资回报期。

需求响应潜力

超市也为满足下一代能源系统中能源需求响应提供了绝佳机会。

局部区域能源网络可非常有效地平衡风能与太阳能之类的可再生能源的供应波动，从而满足高峰负荷期间的电力需求。它们可作为储存设施，提供需要的需求响应。作为‘虚拟电厂’，超市利用的是制冷需求以及诸如解冻这样的耗电活动带来的灵活性。

超市灵活性加入智能电网需求后的全部潜力相当于德国总风电量的15%，或欧盟总风电量的20%以上。加上如今未使用的压缩机容量潜力，出现风电生产过剩时可以将需求响应灵活性加倍。关于区域供热之类的外部热力网络，超市可用于储存风能之类的可再生能源。

丹麦的SuperBrugsen超市始终都让购物者宾至如归。在当地一个小镇Høruphav，丹佛斯公司设计了一种创新的供暖方案。计算表明，来自SuperBrugsen超市的余热每年可供16个130平方米的私人家庭使用。

(图片：Danfoss)



绿色市政措施

从成本到收入，惠及城市与市民

海曾斯泰兹市意识到，市政厅各类设施所产生的余热经由通风系统而流失散发将是一种资源浪费。这使得Cronborg公司能够证明他们的RECOOL解决方案不但具有经济优势，还有具有环境优势，进而更易说服市政进行采购并将之应用。

Hanne Kronborg, 联合创始人兼董事, Cronborg

“他们向我们推荐了一个有趣的项目。有望节省财政开支，同时还可能改善本市的气候状况。重点是我们能够降低二氧化碳排放”，海曾斯泰兹市建设部工程师Niels Abildsten说道。

安装与应用的灵活性

Cronborg公司基于现有技术开发了一种新产品。RECOOL热泵系统能够收集服务器的多余热量，并通过现有的建筑供暖系统，将其用于环流供暖与生活热水供应。有了RECOOL，海曾斯泰兹市在处理他们制冷系统剩余能量时，就有了更灵

活的选择。剩余能量可先储存在缓冲罐中，随后再将其用于环流供暖与生活热水供应。在电价便宜的时候，海曾斯泰兹市也可通过热泵将电力用于制冷，而当电价较高时，则将能源节省下来用于建筑供暖与热水供应。

一个好的商务项目

海曾斯泰兹市的这个系统每年在电力消耗方面的运营成本为4,300欧元。同时，该市大约能够节省14,100欧元的供暖费用，所以每年的运营利润大约为10,000欧元。采购与组装该系统的成本

为53,600欧元，因此该系统的投资回报期大约为5.5年。

服务器每天产出的能量大约为700kWh。这相当于24个家庭每天的耗电量，也可以在冬天满足市政厅50%的供暖需求。当户外温度上升时，该系统可满足高达75%的市政厅供暖需求。

总的来说，海曾斯泰兹市每年大概能够节省10,000升的石油。这相当于每年减少28吨的二氧化碳排放。



图片：Cronborg



翻新改建

激发现有建筑的绿色潜能

欧洲约有40%的能源消耗来自于建筑——主要用于供暖与通风。建筑翻新因此成为了降低能源消耗的主要促进因素。

Flemming Løkke Petersen, 高级顾问, 丹麦建筑工业联合会

为何翻新改建？

根据欧盟执委会的数据，欧洲大约40%的能源消耗来自于建筑，同时建筑物占总体消耗的68%。降低能耗、二氧化碳排放以及对国外进口能源的依赖，可通过翻新现有建筑或者拆除后重建高能效的新建筑。

总的来说，新建相对于翻新能更高效地实现节能，且成本效益更好。欧洲每年的新建建筑仅占现有建筑物的 $\frac{1}{2}$ -1%。因此，取代现有建筑物需要一个多世纪的时间。

许多私人房主与农民没有资金或必要去进行新建，因此只能选择翻新或者不翻新。这就是在争取实现更高能源效率与建筑灵活性的时候，新建与翻新要同时进行的原因。

建筑行业的巨大能效潜力

建筑行业能源效率的长期经济潜力是巨大的。据国际能源署（IEA）预测，除非

现行实践和政策发生改变，全世界超过80%在经济上可行的能源效率潜力到2035年仍然将处于未开发状态。这可能是因为人们对许多翻新手段都不感兴趣，另一方面还要与更高水准的项目进行对比——例如：许多消费者都喜欢新厨房，而不是将现有窗户用更高能效的替换，或者是安装空心隔热墙。

如何挖掘能源效率潜力

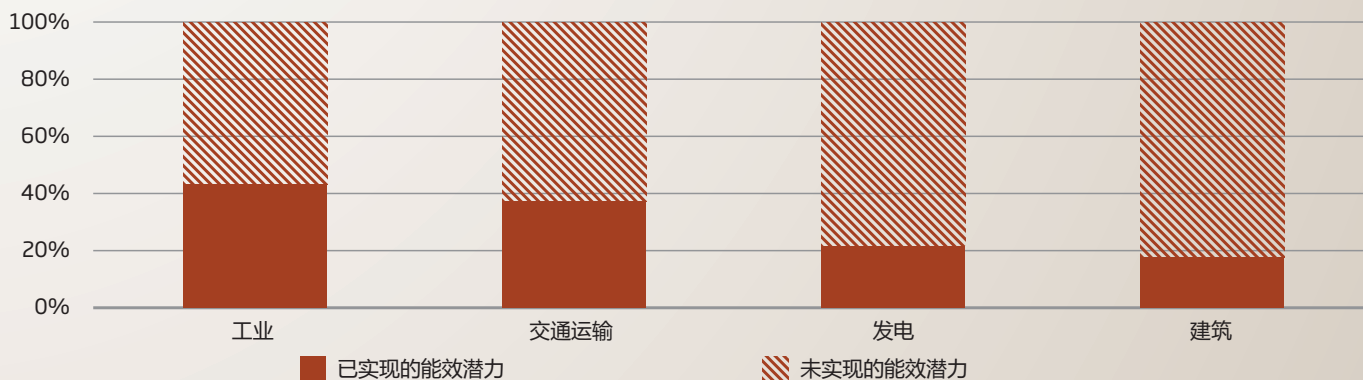
提高人们对翻新项目的兴趣，是建筑行业与当政者要面对的重大挑战与障碍。没有什么容易的解决方案可以解决这个问题，但有个办法就是注意翻新项目的经济可见性。

丹麦建筑工业联合会提倡可利用更加透明的翻新市场来关注生命周期成本（LCC）分析。生命周期成本分析可让客户根据项目在整个生命周期内的经济性能，更容易地作出正确决定，但是，生命周期成本分析要得到正确信息与营销活动的支持是很重要的。

开发能源效率潜力的另一个选择是建筑行业继续开发出新的深度翻新智能解决方案。提高翻新行业的生产能力，从而降低翻新成本，这是一个挑战。另一种解决方案是通用的翻新工具包以及可通过扩展用于更多更大翻新项目的模块化系统。如果没有反复推翻更改，建筑行业将受益于重复的工作程序，从而减少错误发生并降低成本。

降低建筑翻新成本并拓宽融资渠道也能实现效率的进一步提高。丹麦抵押贷款系统可能是世界上最有效率的，使得翻新的融资成本非常低，如今它也给其他国家带来了一些启示。

降低深度翻新成本，降低融资门槛与成本，以及让翻新市场更透明是激发现有建筑绿色潜力的三种方式。



各行业的长期能效经济潜力

注：这些能源效率潜力来源于世界能源展望2012列出的国际能源署新政策情景。以正常的燃料使用量作为衡量标准，如果启动投资的回收期等于或少于投资者为收回成本而愿意等待的合理时间，那么这样的投资就属于“经济上可行的”投资。一些案例中的投资回收期要长于当前的平均值，但始终要短于单项资本的技术生命周期。资料来源：国际能源署（2014），Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency。

精密计量 使能源消耗与 水资源消耗透明化

卡姆鲁普智能计量解决方案
为提升运营效率提供数据

荷兰退休住所Amaris De Veste所关注的焦点是可持续能源供给。
有了卡姆鲁普仪表与通信技术，能源效率甚至得到了更进一步的提升。

Jens Andreasen, 计量服务部副总裁, 卡姆鲁普

在Habion房屋协会与Amaris护理团队准备巨资投入荷兰纳尔登市的70个新建公寓时，同时也认定这些大楼应重点关注可持续能源。因此，供暖泵、热交换器以及热能存储都应在这些公寓大楼的整体能源供应体系中起到重要作用。

丹麦的卡姆鲁普公司参与了Amaris De Veste项目，他们供应了282个能源表与水表，以及一个集成的通讯网络。

通过透明化进行运营优化

总能源消耗的透明化让公寓大楼能源供应的优化容易了许多。这样就能实现对发电量的更高效调节，并且使得供暖更

具有可持续性。采用卡姆鲁普公司的解决方案，预计能源供应在未来几年中甚至会更高效。

卡姆鲁普公司关心的是整个系统在下一个十年的运行。这包括收集热能表与水表每小时的计量值，以及电表每15分钟的计量值。当前的电价会自动登入系统并呈现给消费者，这样消费者们就可以选择在非用电高峰期用电，因为此时的电价更便宜。数据每天都会导出到由卡姆鲁普公司运营的FTP服务器上。如此大量的数据确保了能源和水源供应在操作性与经济性上始终都处于最佳状态。

终端用户的参与提高能源意识

每位居民都有一个账户，这样终端用户就能通过网页应用查看到他们自己的能源消耗，如果还能做到这一点就更好了。如此一来，他们的日常生活行为对能源账单的影响就变得一目了然了，从而就能促使他们主动减少消耗。

解决方案

- 282个能源表和水表
- 30所出租公寓（热表和水表）
- 40个护理公寓（热表、电表和水表）



在推行智能计量解决方案后，位于荷兰的退休住所Amaris De Veste的能源效率有了显著的提高。精确与可靠的计量加上对数据的重点关注实现了透明化，从而能够优化整个公寓大楼的能源供应。

（图片：Kamstrup）

智能的 建筑改造

节省高达75%的能源并增加老旧城区的吸引力

**实现可持续的城市增长，老旧建筑拥有巨大的潜力。
关键在于能够整合技术、文化以及环境和财务的一体化设计。**

Niels Jakubiak Andersen, 丹麦皇家建筑艺术学院 (KADK) 副教授, Krydsrum建筑师事务所总裁

智能的建筑改造的核心是通过一个项目可以应对多种城市挑战。如Ryesgade 30项目展示的那样，老旧建筑在改造之后，是可以大幅降低能源使用的，同时还能增加舒适性，加强用户对室内环境的控制，甚至提高颇受欢迎的城市中心房产的可用性。

成功的智能建筑改造的成果包括多个方面：改善文化遗产状况并提高现有生活质量；大幅提高房产价值，以及大幅减少使用后的日常环境影响足迹。

技术与建筑改进

Ryesgade 30是哥本哈根一座普通的5层32间公寓楼，建于1896年，对它的改造完成于2013年。期间增加了四套新的

楼顶公寓，还对所有现有房间进行了整体升级，包括法式阳台、新浴室与厨房。

曾经这栋建筑的物理状况与技术条件都不好，所以居民的居住条件也很糟糕。但是，该建筑的一些特征很有价值，比如它的砖墙立面十分精致而且很有意义，同时它还处于黄金地段，周边都是很有品质的区域。

为了改善用户的居住条件，全年的舒适性水平，以及降低建筑的总能耗，对该建筑进行了多项先进技术改进与整合，其中最重要的包括：双幅字盘架低能量窗户；高性能太阳能电池屋顶；用于外墙内表面以及屋顶/地下室的高绝缘密实材料；分散式低声热恢复通风系统，以及之

前提到的智能房屋概念 (IHC)。

系统、建筑与人的相互作用

为了进行成功的改造，必须对系统的整合与相互作用进行仔细管理。因此，将焦点从个体零部件转移至系统与人之间的全面互联互通，是很关键的。每个个体零部件必须作为更大整体的一部分来理解、实施、使用与评估。

这些项目的真正成功取决于如何处理建筑师与工程师之间的跨学科工作，也取决于管理、法律与财务，以及实际用户、供应商、开发者与承包者的协同作用。

对Ryesgade 30改造项目的投资是房屋所有者每年财产利润的三倍多，而且要房屋从一开始就要租出去。2013年它成为了丹麦最佳的改造项目，因此赢得了丹麦RENOVER奖。



创造新的建筑价值，比如在老旧城区屋顶搭建房屋，对建筑所有者与投资者来说都是一个重要的财政驱动因素。而且，在现有城市与基础设施中的城市增长形式中，这是一种很具可持续性的形式。从文化角度和美学角度来看，如果通过仔细设计来提高而不是妨碍街道上的现有生活质量，这样的附加建筑会显著改善周围环境。（图片：Krydsrum Architects）

从老旧到 焕然一新的 高能效智能办公大楼

大幅度翻新改建减少85%的能源消耗

**可持续房屋是洛科威国际公司的核心理念。
该公司的总部最近进行了一次严谨的能源效率翻修。**

Susanne Kuehn, 公共区域经理, 洛科威 斯堪的纳维亚

决定翻新

建于1979年的洛科威公司现有办公楼，每年的能耗为264kWh/m²。当时只有两个选择，要么拆除，要么翻新。

“原本考虑拆除该建筑，但由于它含有大量混凝土，所以如果进行深度翻新会更利于环境”，洛科威国际公司部门经理Arne Damsgaard Olsen解释道。

在进行大幅度的能源翻新后，能源消耗已降低了85%，减少至38.5kWh/m²每年，低于2015年丹麦建筑标准规定的自愿低能源等级（41kWh/m²每年）。相比能源翻修项目，拆除后新建一座办公楼的代价要高得多。

升级后的节能绩效

翻新的目标是升级能源性能，以满足各项标准，更是为了打造一个一流的办公场所。

翻新第一步是使用更好的新保温外墙，加强地下停车场保温以及安装新窗户来改善建筑外部结构，从而减少建筑的能源流失。另外就是使用LED电灯和具备热回收功能的高效机械通风系统，以助于减少能源需求。楼顶的自然通风还能起到补充作用。

下一步：能源供应的智能解决方案

在降低总能源损耗与办公楼的能源需求后，打造高能效建筑的下一步是针对能源供应的智能解决方案。

该解决方案包括了丹麦首批带有直井的地热泵供暖方案，还有部分热水供应由楼顶的集热器解决，另外楼顶的光伏太阳能电池板可供应部分电量。

通过热泵、太阳能集热器与光电所生产的能量都将进行月度计量，而用于供暖、热水与电等三项消耗也以同样方式测量记录。

这样的监控是通过一个能源管理系统来执行的，并且在不久的将来，还会通过对该系统的智能管理来平衡产量与消耗。通过轻微调整，在实现灵活性后，可将该能源管理系统整合进需求响应市场。



最近，洛科威国际公司办公楼在进行翻新，以提升能源性能。采用更好的新型保温外墙与新窗户来改善围护结构。另外，已在楼顶安装了集热器与光伏板，用于能源生产。（图片：ROCKWOOL）

解决方案

- 拥有Rockwool-FlexSystem系统的新型外墙
- 停车场的额外硬岩保温层
- 新型3层窗户
- LED电灯
- 拥有热回收与制冷功能的机械通风系统
- 楼顶自然通风
- 150米的深井热泵
- 3kWh/m²年集热器供应热水
- 17kWh/m²年光伏太阳能生产
- 翻新后的建筑将获得EEC-ECO-Life认证

一处家园： MAISON AIR ET LUMIÈRE

2020模范家园

2020模范家园是由威卢克斯集团启动的测试项目，是该集团积极构建未来永续建筑的重要战略部分。

Catherine Juillard，机构关系与永续建筑部，威卢克斯 法国

Maison Air et Lumière的建设基于积极房屋原则，其愿景是打造能够进行积极能源平衡，拥有中性环境影响以及以居民生活条件为主的房屋。由于对斜屋顶的巧妙运用，该房屋营造了愉快的居住环境并实现了高能源效率。其建筑设计的关键是不同的斜面坡度提高了太阳能捕获潜力，采用积极的能量平衡将其转换至屋内。全部空间都能享受空气与阳光的沐浴，从而带来了健康的室内环境。

弗里埃勒比伊松是一个靠近巴黎的绿洲，这座房屋就座落于此，它是欧洲威卢克斯模范家园2020项目的一部分。完成

之后，其中的居住者就会反馈他们的居住体验，还会收集能源性能数据作为永续生活社会研究与科学研究的基础。

通风与阳光是舒适生活的核心

在对屋顶下方空间进行巧妙利用后，建筑师在两层之上打造出了一片130平方米的可居住区域，在花园层与上部楼层之间有一个中间层。房屋的设计可从所有方向进行自然采光：南方的光线、北方的光线以及上方的光线。整个房屋实现光线平衡，从而营造一个愉悦健康的居住环境。该建筑设计大大促进了自然通风，还可根据季节与天气情况，采用双向流动机械通风以加强通风。在夏季的几个

月中，智能控制系统会打开窗户并部署日光屏，用于调节室内温度，从而确保最佳的舒适性。

能源效率

能源效率源自于房子的最佳保温性，再加上通过窗户优化太阳光的捕获，从而将供暖需求降至最低。房屋能源概念基于可再生能源的最大程度利用：太阳能、自然光与新鲜空气。与热太阳能电池板和低温楼板采暖系统相连的暖气泵供应暖气与生活热水。集成到楼顶中的太阳能电池板能满足其余的能量消耗，从而实现积极的能源平衡。



(图片：Adam Mørk)

打造永续生活建筑一般都能惠及社会，可以提高生产效率，改善学习能力，以及降低健康成本。因此，威卢克斯集团与建筑行业的利益相关者进行接洽，积极参与这一转型过程，启动实验并提供高品质屋顶窗户，让人们可以过上健康舒适的生活，同时还能维持建筑良好的能源平衡。



(图片：Adam Mørk)

Maison Air et Lumière的结构与其环境的结合很协调——全部围绕着自然光与通风等方面仔细安放外墙与屋顶窗户，使得建筑可从所有方向进行采光，更使室内沐浴在平衡自然的光线中。



图片: Hufton+Crow, 建筑: 南丹麦大学科灵校区, 建筑设计: Henning Larsen Architects

通往永续建筑设计的智慧路径

设计阶段的先进思维

**智能建筑需要智慧设计。
建筑设计对实现优越的建筑性能很关键。**

Peter Andreas Sattrup, MAA建筑师博士学位, 可持续性首席顾问, 丹麦建筑公司协会

建筑设计案例

我们的周围遍布设计理念。一些很智能, 一些则没那么智能。想想你们的城市。它的布局与规划将会影响你的汽车需求, 而你的汽车设计反过来又会影响你的能源需求。对建筑来说也是这样。实现优越性能和提升体验的首要就是智能设计。

每个建筑项目都是在实践资源管理, 而建筑结构则是对这一挑战的应对方式。优秀的建筑能够通过完善的室内环境与能源利用来有效管理投入其中的经济资本并为用户带来愉快的使用环境。

丹麦设计与诀窍

建筑中50-75%的能源需求取决于建筑设计。太阳的方向、采光效果、结构与外墙的设计、油漆与保温材料的选择, 所有这些加上建筑服务与控制系统, 共同营造出极佳的环境。你可以将建筑看作

一种提升社会效益与文化效益的方式, 在许多方面整合并校准智能技术解决方案, 其效果比其他部分的总和还要好。

丹麦是首个在其建筑标准中推行接近零能耗自愿计划的国家, 经过10年努力逐渐使其成为强制标准。该政策持续推动建筑师、工程师及丹麦的整个建筑行业在整个价值链上进行技能创新与技术创新。丹麦的技术特长价值如今在国外已经得到了高度认可。

智能建筑的设计方法

建筑师Henning Larsen便是其中的一个典型, 对研究的投入引发了设计方法的创新, 开发出了针对高能效智能建筑的三步法‘降低、优化与生产’。首先, 在设计外墙开口与室内空间时, 对建筑进行智能分区与造型, 以降低能源需求, 因为这

涉及到建筑的基础环境、空气流通以及阳光和光线的可用性。下一步, 优化建筑服务与智能控制系统, 以改善室内环境并进一步降低能源需求。最后, 通过建筑设计与集成工程将需求降到绝对最低之后, 就可以整合并入具有产能的可再生能源系统了, 使其改造成为一栋正能源建筑。

改造与升级

针对改造与升级现有建筑的巨大挑战, 也可采用类似的方法。一项预测显示, 丹麦建筑市场新建筑与改造项目比例将从50/50降至10/90。将智能技术解决方案整合到老旧建筑区与建筑中是一种提高适居性的方式, 同时还能根据其建筑品味进行建筑性能升级, 从而为建筑业主、居住者以及整个社会创造价值。



(图片: Henning Larsen Architects)

新旧结合的 永续博物馆

日光与技术作为永续建筑设计中的设计策略

**永续性已经成为Moesgaard博物馆
总体建筑安排与技术设计的主导元素。**

Signe Kongebro, 合伙人兼永续部门经理, Henning Larsen建筑师事务所

新落成的Moesgaard博物馆由Henning Larsen建筑师事务所设计。博物馆位于丘陵地带, 倾斜的屋顶上有草皮、苔藓与花卉, 它已经成为了强大的地标建筑。

博物馆以可持续的理念设计, 这也意味着它的结构、空间与采光都融合了基于实证经验的设计策略与现代能源技术。

采光设计

建筑体积紧凑并与景观相融合, 因而保

留了现有的绿色区域。屋顶呈矩形, 向南倾斜, 外墙面积稍加减少, 采光则依靠较高的北端外墙以及东西向外墙。博物馆对采光的优化减少了人工照明的需求。

这不仅是一个整合景观与建筑的优秀范例, 该建筑的绿色屋顶还降低了总体的制冷需求, 因其减少了建筑热吸收, 并将二氧化碳与其他废气转换成氧气, 从而改善了对环境的影响, 而且, 从这里排出的总废水量也减少了。

总体的永续策略已融入了该建筑设计。为了最大限度地优化每一平方米, 考虑到了建筑的几何结构与座落方向等基本要素。南向屋顶表面(屋顶外墙)构成了高能效建筑的计算基础, 根据丹麦建筑标准, 达到了1级能源状态。为将该建筑的总体能耗降到最低, 博物馆推行了一系列的节能措施。

能源管理系统(EMS)控制能源消耗

博物馆不仅是智能建筑的典范, SE能源与气候公司还在该建筑内安装了现代化的智能装置, 用于控制和管理温度、二氧化碳排放、空气湿度、光线、报警系统等。

智能建筑设施(IBE)包括灯光调节、日光调节、出门状态调节、供暖控制、通风控制, 还有从仪表收集能源数据。

易于使用并能适应各项变化的动态平台

从一开始, SE能源与气候公司主要关注的就是提供用户友好型解决方案, 使其易于对接使用的各类客户端。客户可以清楚地看到易于管理的图形系统, 如此就能轻易地预测操作条件并对其进行在线调节。

能源消耗等式中一个难以解释的基本变量是人类行为。另一个未知因素是天气。

除了会遇到人类行为等内部因素外, 还会遇到天气数据与能源价格等外部因素。通过智能设施, Moesgaard博物馆已经为未来需求做好准备。

— Jesper Klitgaard Frederiksen, 董事, IBE, SE能源与气候



图片: Jan Kofod Winther

节省高达50%的能耗

EMS系统是统筹管理建筑中各个系统的一种有效方式。它是一个持续维持低消耗水平的管理系统。SE能源与气候公司与Lindpro联合为Moesgaard博物馆提供的EMS系统意味着节省高达50%的电耗、税源及热耗。投资回收期通常只有几年, 除直接的经济措施之外, 还有许多可以实现节能的间接措施, 比如在光源方面减少服务支出以及新部件的更换。

太阳屋—— 为孩子们设计的活动屋

教学环境中使用日光与新鲜空气的新标准

Solhuset(太阳屋)是丹麦最为气候友好的日托中心，既有益于周围环境，也有助于使用该设施的孩子们的健康与舒适度。

Kurt Emil Eriksen, 高级政策顾问, 威卢克斯集团

托儿所与学校对健康良好的室内气候有着特殊需求，因为这能提升舒适感与学习能力，还能降低用户的疾病风险。太阳屋(Solhuset)的愿景是为将来的永续托儿所设定新标准。这也是依赖于积极建筑原则，即建筑返还给孩子们、成人、环境与周围事物的贡献要高于建设所获。

太阳屋是一个通过公私合作建立的项目，其合伙人包括霍斯霍姆市政府、VKR Holding A/S, 以及Lions Børnehuse。建设项目是由Hellerup Byg A/S与Christensen & co arkitekter a/s以及Rambøll A/S共同完成的。它是一个以积极建筑标准进行建设的独特建筑，其能源自给自足，还拥有健康的室内气候。

日光与新鲜空气

在确保健康良好的室内气候的设计理念中，让日托中心的孩子们充分享受日光与

新鲜空气是重中之重。为实现该目标，太阳屋的设计包含极高的天花板房间，以及特殊设计的窗户，从而确保日光的最佳利用。自动开闭的倾斜屋顶及屋顶天窗造就了不同的天花板高度，从而实现良好的室内空气流通。

可再生能源的应用

太阳屋使用的是可再生能源，设计规划的能源生产量要多于能源消耗量。通过屋顶与外墙窗户，太阳屋可利用阳光为其供热。冬天一半的供暖需求由窗户满足。剩余的室内供暖与热水供应需求通过太阳能与地热组合系统来满足。特殊设置在南向屋顶的50平方米太阳能收集器直接收集太阳热能并将其转化为暖气供应与热水供应，而250平方米的太阳能电池则用于将太阳能转换为电能。太阳屋设计的产能是9 kWh/m²/年，预计比其消耗的能源还多。能源生产的结余意味

着，该中心大约可在40年内还清生产其主要建筑材料时欠下的二氧化碳排放债务。太阳屋在其整个生命周期内将不必负担排放债务。

生活与自然

太阳屋对其周围事物具有积极影响，并且与自然相互作用。日托中心是一个开放且透明的建筑，可以实现各功能之间以及户内与户外的无缝衔接。它的设计、位置与构造都贴近自然，拉近了户内户外的距离。

为了最大限度地利用日光与太阳热能，中心根据场地和光照情况，对形状、方向与窗户进行了优化。太阳屋与其建设场地一样呈三角形，并且它的屋顶表面面向南北方向。朝南的表面比朝北的表面更陡峭，以便以最佳角度收集太阳能。

日托中心拥有健康的室内气候以及新鲜的空气，同时其日光比现行建筑标准的要求高出3.5倍。托儿所在它的整个生命周期内不会有二氧化碳排放债务，并且还能通过窗户、太阳能集热器、太阳能电池板与地暖管自动获取太阳能，从而实现能源的自给自足。该建筑的设计甚至能够在不使用可再生能源的情况下，满足丹麦2015能源等级(51 kWh/m²/年)的要求。

2011年2月，Hørsholm的综合日托中心太阳屋向将近100名孩子和30位成人敞开了大门。现在他们很享受健康环境下的生活，充分沐浴在日光与新鲜空气中。

建筑设计: Christensen & Co

图片: Adam Mørk





图片：Grundfos

建筑设计：Dissing+Weitling Architecture

绿色酒店受益于高效泵技术

来自格兰富的智能泵
提升供暖与制冷过程中的能源效率

第一眼看上去，这座高85米的黑色奢华酒店看起来并不是特别绿色，实际上是哥本哈根皇冠假日酒店为永续性与低能耗设立了新标准。

Jens Nørgaard, 高级经理, 建筑服务应用部, 格兰富

哥本哈根皇冠假日酒店不仅是一个建筑地标，也是一个世界级的奢华酒店。它的舒适性与永续解决方案是显而易见的。自2009年开业以来，它已被授予了许多奖项，并因其开创性的创新结构而获得了认可。其中一项是Skål International 2010 EcoTourism Award奖项，授予该项目“世界最绿色酒店奖”。

先进的储能技术

酒店供暖系统与制冷系统超乎寻常的低能耗反映了其高能效技术。由于采用了先进的含水层热储能系统 (ATES)，酒店每年的总能耗都非常低。中央供暖、空调与通风系统进行供暖、空气调节和通风调节时的消耗仅为51 kWh/m²。

ATES系统位于皇冠假日酒店的地下室，包揽了该建筑50%的制冷需求，该系统作为“免费的”冷却过程，在夏季利用地下水满足客房的制冷需要。地下水通过一个换热器进行循环，从而在酒店的液体循环冷却空调系统中将水冷却。在这一过程中，地下水会升温随后存放另一个蓄水井之中，这样就可冬天将其用于房间供暖。

投资回报期短

对ATES系统的投资确实会带来可观回报。预计其投资回报期为6-7年。这意味着，从长期来看，哥本哈根皇冠假日酒店不仅比它的竞争对手更绿色，而且还更具盈利能力。

再加上一个变风量 (VAV) 通风系统，ATES系统确保客户、大厅以及会议设施能够在指定的任何时间根据需要进行单独制冷、供暖与通风。该系统执行4.1MW的制冷与2.4MW的供暖，并且确保相对其他酒店拥有特别低的空调成本与供暖成本。

高效泵

这座大楼内的所有暖通空调泵都由格兰富公司供应。这些泵有助于大量降低所有系统用于空调与供暖的能源消耗。这些泵本身具有非常高的能源效率，为适应流量要求变化它们都配有变频器，从而进一步促进能源节约。

该酒店的供暖、空调与通风的能耗为51千瓦时每平方米。就欧洲四星级酒店的平均水平来说，能源消耗大约为300千瓦时每平方米。但是，这两项数据不能直接进行比较，因为哥本哈根皇冠假日酒店的数据并不包括厨房、电梯与一些连接插头的分散装置的能源消耗，如小冰柜、电视机等。

经计算，ATES系统的投资回报期为六至七年。



图片：Grundfos

丹麦——绿色国度

丹麦在能源效率提升与可再生能源方面有着悠久的历史。为了充分激发可再生能源比例的潜力，我们必须更有效、高效、智能地使用能源。必须发展能源消耗的灵活性与智能能源基础设施，用以应对波动性能源所带来的挑战。建筑在这一过程中起着关键性的作用。

丹麦了解智能能源与能源效率

丹麦相信知识就是力量。为了确保绿色经济转型是一项好投资，可再生能源与能源系统的智能整合变得非常必要。同时，这要求系统具有更大的灵活性，其中部分依赖于智能建筑、强大的内部链接以及整个地区的市场耦合来实现。

自70年代以来，丹麦政府就已经致力于解决本国自然资源有限的问题，专注寻找合理利用资源的方案，推行高效节能措施。作为国家，丹麦因为其协作能力而

闻名。丹麦的专长是帮助客户与利益相关者实现高效和智能的解决方案，同时从经验中提升能力，从知识中获得利益。我们在知识转让的互惠互利中看到了巨大的机遇。在对不同观点、意见和环境的真正尊重下，还促进了所有合作伙伴的业务增长。

在线探索、学习与联络

绿色国度集聚了丹麦智能能源与能源效率领域的引领者。Stateofgreen.com.cn是丹麦绿色解决方案与技术的官方中文平台，也是您了解丹麦智能能源和能源效率等十大领域的企业、机构和组织的在线门户。

参访我们的绿色展厅

绿色展厅(House of Green)是位于哥本哈根市中心的一处互动式展览厅和访客中心。绿色展厅采用了引导式叙事和

自我探索相结合的新颖方式来展现绿色丹麦的综合解决方案与情境，并概述了丹麦在能源、气候、水技术和资源方面的发展历程。绿色国度作为接待方，将在实地参访行程开始前为来宾进行启发性的讲解。有关绿色展厅的更多信息，请访问www.houseofgreen.com。

亲身体验丹麦的绿色解决方案

丹麦最根本的愿景是为他人给予启发，并向他们展示如何实现绿色社会，以及绿色社会如何发挥效益，因此我们邀请人们赴丹麦亲身体验。绿色国度参访项目向全世界的商业决策者、政策决策者及新闻媒体人士提供了解和借鉴丹麦能源、水技术、气候与环境领域的一流企业、事业单位和研究机构的经验教训的机会，还可亲身体验丹麦的绿色解决方案。有关参访项目的更多信息，请访问www.stateofgreen.com/cn/tours。

关于绿色国度

绿色国度是丹麦政府、丹麦工业联合会、丹麦能源协会、丹麦农业和食品委员会以及丹麦风能工业协会共同成立的公私合作项目。丹麦腓特烈王储殿下是绿色国度的赞助人。

作为丹麦官方的绿色品牌，绿色国度聚集了在能源、气候、水技术和环境领域的所有领先参与者，旨在促进有兴趣学习丹麦经验的国际利益攸关者之间的相互联系。与我们联系：www.stateofgreen.com/cn。

智能建筑——为何以及如何

对这一越来越显著的全球性问题，丹麦有不少答案



Lars Chr. Lilleholt
丹麦能源、公用事业与气候部部长

浪费能源从来都不是个好主意，但曾经有段时间我们既不知道如何避免这些浪费，也不知道这需要多大代价。就我们目前所知而言，这不仅包括花费在燃料与电厂上的不必要的直接成本，也包括诸如污染带来的健康成本、国家对矿物燃料的财政补贴成本或越来越高的全球变暖成本等后果。

许多人发现，建筑是用于降低这些成本的好地方。在世界上能源消耗最多的国家中，建筑物消耗的能源最多，甚至高于工业生产流程，也高于交通运输。更智能化更精细化地使用能源的潜力是巨大的。然而，并没有零能耗商务班机或零能耗水泥厂那样的东西——即使是在实验测试条件下也不可能——零能耗建筑已经是陈腐的观念了。从小众市场到完善市场的转变过程中，能源效率市场的发展是很快的，并且潜力巨大。据国际能源署信息，全球能源效率市场至少年价值

3,100亿美元，并且还在快速增长，这代表着巨大商机的来临。

全世界的企业与政府部门已经开始对此展开行动了。许多国家都已经引入了最低能源效率标准，其中不仅有美国和欧盟成员国，还有许多新兴经济体，比如中国。企业已对此有了反应，他们通过创新与竞争来提供更高能效的解决方案。在许多地区，这带来了可观的绩效，即更高的能效，并且比我们预想的前期价格更低。丹麦走在这场革命的前列，我们的最低建筑能效标准是全球最严格的。

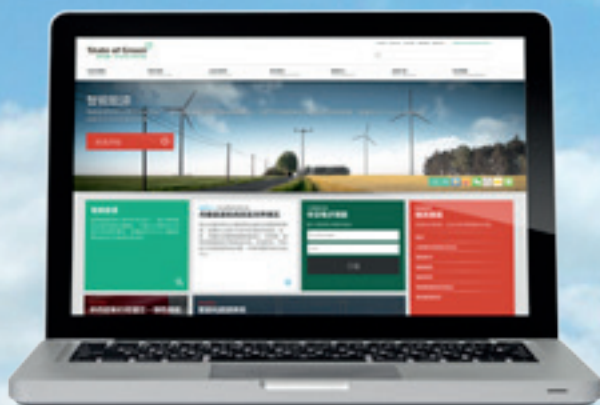
从事这一领域的丹麦企业都是世界级水平的，但是智能建筑比降低能源成本更有用。一些建筑能够博得其住户的喜悦，另一些建筑则让住户讨厌，很多时候，这是建筑设计的结果，然而其经济影响可能是巨大的——不仅是在租金或销售价格方面，还包括雇员效率与旷工等人事

管理方面。所以，真正的智能建筑也很有吸引力。丹麦建筑师所保持的国际竞争中标率，与其小小的国土面积很不成比例，所以看来他们一定知道一些与精美设计有关的二三事。

最后但并非不重要的一点，智能建筑能够提升总能源系统的效率与可靠性，在能源充足时储存能源，然后在需求高时释放能量并关闭非必需的消耗。很显然，这能降低高峰负载，发电能力需求与断电风险。这对任何能源系统可能都值得去做。在断断续续的风力发电或太阳能发电在总发电量中占比很大时，这将会尤其有用。在2014年，丹麦的这一比例为40%，并且在几年后这一比例将超过50%，然而，停电的情况几乎并不存在，而且这是丹麦又一个已经达到最高专业技术标准的领域。

Lars Chr. Lilleholt





进一步了解丹麦在智能能源方面的解决方案
发现更多全球各地的案例，
以及联络丹麦专家，请访问：

www.stateofgreen.com/cn/intelligent-energy

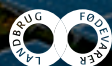


绿色国度是一个非营利性的公私合作组织，由以下创立：



Confederation of Danish Industry

 **DANISH
ENERGY ASSOCIATION**



Danish Agriculture
& Food Council



**DANISH WIND
INDUSTRY ASSOCIATION**


**MINISTRY OF BUSINESS AND GROWTH
DENMARK**

 Danish Ministry
of Energy, Utilities
and Climate



**Ministry of Environment
and Food of Denmark**

MINISTRY OF FOREIGN
AFFAIRS OF DENMARK

